

亜鉛鉱山廃止前後における近傍河川水金属濃度の挙動

Behavior of neighborhood river water Heavy metal concentration before and after the zinc mine abolition

森山 充*
(福井県衛生環境研究センター)

1 はじめに

亜鉛は動物の生存に必須の元素であるが¹⁾、生物や生態系への影響も指摘されており、2003年には水生生物の保全を目的とした水質環境基準が全亜鉛（基準値 0.03mg/L）に設定されている。亜鉛は生活排水や工場排水にも含まれ²⁾、モニタリングも各地で行われているが³⁾、鉱山の処理廃水についても汚染源となりうる⁴⁾。

福井県には大野市山間部に位置し、主に亜鉛を産出してきた中竜鉱山跡がある。福井県では鉱山操業中の1974年から、鉱山近傍を流れる大納川において河川水金属濃度のモニタリングを実施してきたが、中竜鉱山は1987年に閉山している。

閉山以降もモニタリングは継続しているが、採水定点が山間部の遠隔地であること、冬季は2月の平均積雪が1.5m程度にもなることから負担は大きく、モニタリングの必要性や採水頻度など簡略化の検討が必要である。

そこで本研究では、モニタリング継続の必要性を判断する一助として閉山前後におけるモニタリングの結果から亜鉛など金属濃度の挙動を検討し、公共用水域への影響の有無を明らかにすることを目的とした。また、積雪地帯という特殊性から⁵⁾、今までのモニタリングの採水位置や頻度などの手法の妥当性についても考察を加え、モニタリング簡略化の可能性を検討した。

2 方法

2.1 調査河川の概要

大納川は中竜鉱山の近傍を流れ、九頭竜川に合流する。

中竜鉱山は古くは銀山として、近代になってからは亜鉛鉱山として知られており、1975年4～9月に亜鉛精鉱で24,611t、鉛精鉱で1,836tおよび銅精鉱では84tの生産実績がある⁶⁾。1987年に採算の悪化から閉山したものの、資源は残された状態である。

福井県では1974年から大納川河川水の金属濃度モニタリングを開始し、1982年からは現行の年4回のモニタリングを実施してきた。

2.2 試料の採取

1982～2013年の32年間、毎年4, 6, 10および12月に行った。採水は和佐谷橋直下(N35° 53' 10" E136° 37' 42")の大納川流心表層から行った(図1)。

(キーワード：河川水, 亜鉛, 廃止鉱山, モニタリング)

*Mitsuru Moriyama

(Fukui Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, Fukui, 910-8551)

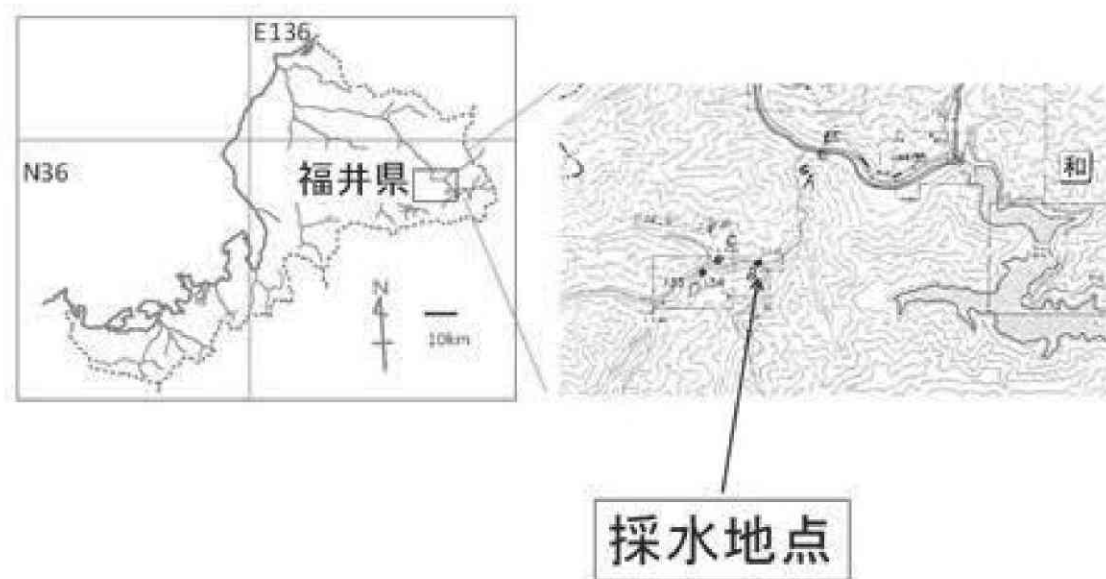


図1 採水地点の位置

2. 3 金属濃度および浮遊物質（SS）の測定

JIS 規格 7 に準じて全亜鉛濃度、鉛濃度、銅濃度および SS を測定した。報告を要する下限値は全亜鉛が 0.01mg/L、鉛が 0.002mg/L、銅が 0.01mg/L、SS が 1 mg/L である。

2. 4 全亜鉛濃度の評価

本研究期間内におけるトレンドから経年変化を評価するために、各月で得られた全亜鉛濃度の 32 年間データから、鉱山廃止を基準とした 1988 年以降の 26 データを抽出し、年を説明変量、全亜鉛濃度の値を目的変量とした回帰直線の傾きから経年変化を評価した。報告下限値未満の場合は 0mg/L とした。

2. 5 採水時期による測定値への影響評価

採水時期による測定値への影響を評価するために、採水月別の全亜鉛濃度について 1982 年以降の 32 データをおのおの抽出し、得られた 4 群（4 月、6 月、10 月および 12 月）について、スチール・ドゥアス検定を行い比較した。

3 結果

3. 1 亜鉛、鉛、銅の検出結果と SS 値の関係

全モニタリング試行回（128 回）における亜鉛、鉛、銅の検出結果と SS の値を表 1 に示した。SS は 1 mg/L 未満、1～10 mg/L および 10 mg/L 以上に分類し、検出された金属の元素記号を表示した。

表 1 銅, 鉛および亜鉛の検出結果と SS の濃度

	4月	6月	10月	12月
1982				
1983				Zn
1984				Zn
1985				
1986				Zn
1987				
1988		Zn		
1989			Zn	
1990	Zn	Zn	Zn	Zn・Cu
1991	Cu	Zn・Cu	Zn・Cu	
1992	Zn	Zn・Cu		Zn
1993	Zn	Zn	Zn	
1994	Zn	Zn	Zn	Zn
1995	Zn			Zn
1996	Zn	Zn		Zn
1997	Zn	Zn	Zn	Zn
1998		Zn		Zn
1999		Zn		
2000				
2001	Zn			
2002			Zn・Pb	Zn・Pb
2003	Zn	Zn		Zn
2004				
2005				
2006		Zn		
2007				
2008				
2009				
2010				
2011				
2012				
2013				

SS: <1(mg/L) 1~10 10≤

亜鉛は SS の値に関係なく 40 回検出されたが、2007 年以降は検出されなかった。一方、鉛と銅については前者が 2 回、後者が 5 回のみ検出された。SS の値については 10 mg/L 以上の場合も 3 回見られたが、2006 年以降概ね 1 mg/L 未満であった。

3. 2 全亜鉛濃度の経年変化

採水月別の全亜鉛濃度の経年変化を図 2 に示した。いずれの採水月でも操業中や閉山後暫くは亜鉛が検出され、6 月で 1 回、10 月で 2 回、河川の環境基準（大納川は未指定）を超過する濃度

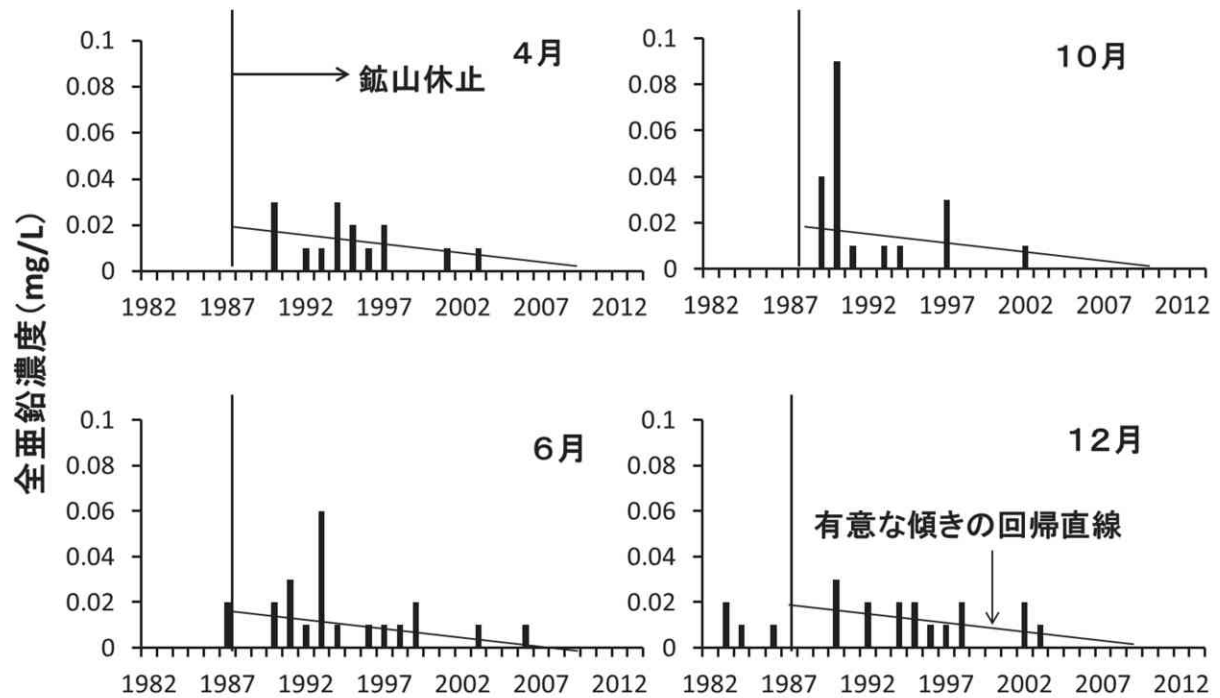


図2 採水時期別全亜鉛濃度の経年変化（＜0.01は0とした）

表2 採水月別全亜鉛濃度のスチール・ドゥアス検定結果
数字は検定統計量

	6月	10月	12月
4月	0.75	0.49	0.82
6月	—	1.24	0.11
10月	—	—	1.28

基準点(5%): 2.57

であったが、2007年以降は検出されなかった。回帰直線の傾きはいずれの採水月でも有意に0ではなく、減少傾向が認められた。

採水月別4群の全亜鉛濃度について、スチール・ドゥアス検定結果を表2に示した。いずれの群の比較においても検定統計量は $P < 0.05$ となり、採水月による全亜鉛濃度に有意差は認められなかった。

なお、鉛と銅については検出された実績が少なく、経年変化は検討しなかった。

4 考察

大納川は山間部にあり人為汚染が少ない河川であること、鉛山廃止以降、全亜鉛濃度に減少傾

向が認められたこと、鉛と銅については検出された実績が少なかったこと、3者とも2007年以降検出されなくなったことから、中竜鉱山跡の公共用水域への影響は水質環境基準から見ると無視できるほど小さくなったと考えられた。また、操業中、廃止直後の亜鉛検出から廃止後の減少、廃止約10年後の不検出といった応答の様式から、福井県が行ってきたモニタリングの採水位置については妥当であると考えられた。

一方、採水時期における全亜鉛濃度には違いが見られなかったことから、廃止鉱山の影響の観点からは年4回のモニタリング回数を減らせると考えられた。

また、全亜鉛濃度と併せてモニタリングを行ってきた鉛と銅についてはほとんど不検出であったことから、モニタリングの簡素化は可能であると言える。

参考文献

- 1) 有菌幸司(1991) 水環境に存在する金属(微量元素)の毒性. 水環境学会誌, **22**, 341-345.
- 2) 猶原順・松岡千恵美・大村光子(2002) 生活排水中の生活用品由来の有害元素の分析. 用水と廃水, **11**, 971-980.
- 3) 水野勝・西村ゆかり・坂井田稔(2014) 愛知県内の事業所廃水, 河川水等の全亜鉛濃度. 愛知県環境調査センター所報, **42**, 19-25.
- 4) 岩崎雄一・加賀谷 隆・岩本健一・松田裕之(2009) 鉱山廃水処理水流入後の河川底生動物群集の変化: 生野銀山における事例. 水環境学会誌, **32** (6), 325-329.
- 5) 倉元隆之・鈴木啓助(2006) 北アルプス源流域における積雪中の化学物質動態と河川水質変動. 日本雪氷学会誌, **68** (5), 467-480.
- 6) 日本亜鉛鉱業(株)中竜鉱山選鉱課(1977)中竜鉱山選鉱工場の近況と今後. 日本鉱業会誌, **24**(3), 103 - 107.
- 7) 日本規格協会編(2014) JIS ハンドブック環境測定Ⅱ水質. 日本 規格協会, 東京.